

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-126922

(P2001-126922A)

(43) 公開日 平成13年5月11日 (2001.5.11)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト (参考)
H 0 1 F 7/16		F 0 1 L 9/04	Z 3 H 1 0 6
F 0 1 L 9/04		F 1 6 K 31/06	3 0 5 E 5 E 0 4 8
H 0 1 F 7/127			3 8 5 A
// F 1 6 K 31/06	3 0 5	H 0 1 F 7/16	E
	3 8 5		Q
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)			

(21) 出願番号 特願平11-306126

(22) 出願日 平成11年10月27日 (1999.10.27)

(71) 出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72) 発明者 梅本 篤

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(72) 発明者 生駒 浩一

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会

社本田技術研究所内

(74) 代理人 100095566

弁理士 高橋 友雄

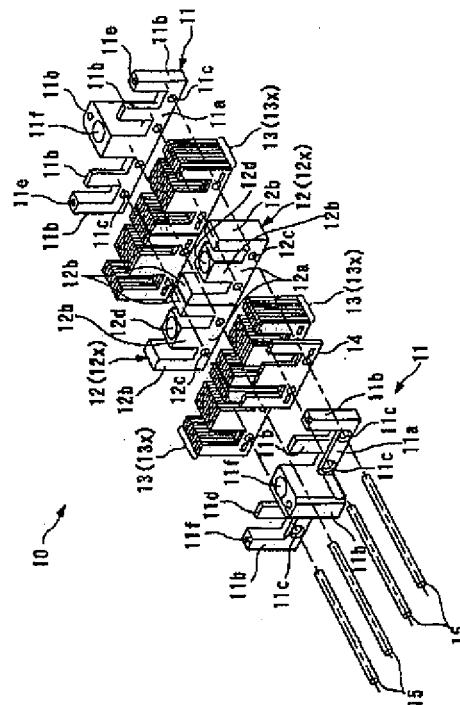
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁アクチュエータのコア

(57) 【要約】

【課題】 高いエネルギー効率を確保しながら、構造の単純化により製造コストを削減することができるとともに、耐久性を向上させることができる電磁アクチュエータのコアを提供する。

【解決手段】 アーマチュア8を吸引する電磁アクチュエータ1のコア10は、積層され、アーマチュア8との間に磁気回路を構成する磁性体の複数のコア板14と、複数のコア板14を挟持する非磁性体の2つのコアホルダ11、11と、コア板14、14の間を絶縁する絶縁被膜14dと、複数のコア板14および2つのコアホルダ11、11を互いに一体に固定するロッド15と、を備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 作動時にアーマチュアを吸引する電磁アクチュエータのコアであって、軟磁性体で構成され、前記アーマチュアの吸引方向と直交する方向に沿って互いに積層され、作動時に前記アーマチュアとの間に磁気回路を構成する複数のコア板と、非磁性体で構成され、前記複数のコア板を積層方向の両側から挟持する2つのコアホルダと、前記複数のコア板の隣合う各2つのコア板の間に配置され、当該各2つのコア板の間を絶縁する絶縁体と、前記複数のコア板および前記2つのコアホルダを互いに一体に固定する固定手段と、を備えることを特徴とする電磁アクチュエータのコア。

【請求項2】 前記2つのコアホルダは、前記電磁アクチュエータの作動時に前記複数のコア板により吸引された前記アーマチュアが当接する端面をそれぞれ備えており、これらの端面は、前記複数のコア板の前記アーマチュア側の端面と面一の位置または当該アーマチュア側の端面よりも前記アーマチュアに近い位置に配置されていることを特徴とする請求項1に記載の電磁アクチュエータのコア。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電磁力によって被駆動体を駆動する電磁アクチュエータのコアに関し、特に複数の磁性板を積層することにより構成された積層構造のコアに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の電磁アクチュエータのコアとして、例えば特開平11-273945号公報に記載されたものが知られている。この電磁アクチュエータは、内燃機関の弁（ガス交換弁）を開閉駆動する動弁機構に適用されたものであり、アーマチュアと、このアーマチュアを上下方向に吸引するための上下の電磁石とを備えている。

【0003】各電磁石は、断面E字形のコアを備え、そのE字形の凹部は、アーマチュアに面するコイル溝になっており、このコイル溝にコイルが収容されている。コアは、センターコア部材と、このセンターコア部材の両側に積層された多数の積層板とを一体に形成したものである。センターコア部材は、積層板よりも厚さの厚いケイ素鋼で構成されており、E字形の側面形状を有している。各積層板は、センターコア部材の側面と同じ形状および寸法を有する複合軟磁性体で構成され、センターコア部材の両側に積層されている。これらのセンターコア部材および多数の積層板は溶接により一体に固定されており、それらのアーマチュアに対向する面は、アーマチュアを吸引する平らな吸引面になっている。以上のような積層構造のコアを用いる理由は、積層構造のものでは、むくのものよりも電磁石の励磁時の鉄損が小さいこ

とで、高いエネルギー効率を確保できることによる。

【0004】一方、アーマチュアは、弁に軸を介して連結されており、電磁アクチュエータの作動時には、アーマチュアが上下の電磁石によって吸引され、上下方向に往復動することによって、弁が開閉駆動される。アーマチュアは、この作動時、電磁石に吸引された際に、そのコアの吸引面に当接する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記従来の電磁アクチュエータのコアによれば、電磁アクチュエータの作動時にアーマチュアがコアに当接するので、その際の衝撃で溶接が外れることにより、積層板が変形したり、破損したりすることがある。これにより、電磁アクチュエータが作動不良を起こすおそれがある。また、コアの両端の積層板は複合軟磁性体で構成されているので、電磁石の励磁時にコアの周囲の軟磁性体との間に磁界を生じることにより、そのエネルギーの一部を損失してしまう。

【0006】本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、高いエネルギー効率を確保しながら、耐久性を向上させることができる電磁アクチュエータのコアを提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するために、請求項1の発明は、作動時にアーマチュア8を吸引する電磁アクチュエータ1のコア10であって、軟磁性体で構成され、アーマチュア8の吸引方向と直交する方向に沿って互いに積層され、作動時にアーマチュア8との間に磁気回路を構成する複数のコア板14と、非磁性体で構成され、複数のコア板14を積層方向の両側から挟持する2つのコアホルダ11、11と、複数のコア板14の隣合う各2つのコア板14、14の間に配置され、各2つのコア板14、14の間を絶縁する絶縁体（例えば実施形態における（以下、この項において同じ）絶縁被膜14d）と、複数のコア板14および2つのコアホルダ11、11を互いに一体に固定する固定手段（ロッド15）と、を備えることを特徴とする。

【0008】この電磁アクチュエータのコアによれば、積層された複数のコア板は、その両側を2つのコアホルダにより挟持された状態で、固定手段により一体に固定される。これら複数のコア板が、絶縁体により互いに絶縁された状態でかつアーマチュアの吸引方向と直交する方向に積層されていることで、電磁アクチュエータの作動時には、各コア板とアーマチュアの間に磁気回路が構成される。このときに各コア板に発生する渦電流は、コア板がむくのコアよりも薄いことから、むくのコアよりも早く消滅する。これにより、渦電流損を含めた鉄損を小さくすることができる。さらに、コアの両端の2つのコアホルダが非磁性体で構成されているので、電磁アクチュエータの作動時に、コアの周囲の軟磁性体との間に磁界を生じにくいことにより、エネルギーの損失を抑制す

ることができる。以上により、高いエネルギー効率を確保することができる。また、固定手段により、一定方向に単純に積層した複数のコア板を2つのコアホルダで挟持した状態で、一体に固定するだけでよい。このため、従来よりも簡単な構造にすることができ、製造コストを削減することができる。

【0009】請求項2の発明は、請求項1に記載の電磁アクチュエータ1のコア10において、2つのコアホルダ11、11は、電磁アクチュエータ1の作動時に複数のコア板14により吸引されたアーマチュア8が当接する端面（上面11d、11d）をそれぞれ備えており、これらの端面（上面11d、11d）は、複数のコア板14のアーマチュア8側の端面（上面13a）と面一の位置またはアーマチュア側の端面よりもアーマチュアに近い位置に配置されていることを特徴とする。

【0010】この電磁アクチュエータのコアによれば、電磁アクチュエータの作動時に複数のコア板により吸引されたアーマチュアは、複数のコア板および2つのコアホルダに同時に当接するか、または複数のコア板に当接せずに2つのコアホルダのみに当接する。したがって、アーマチュアが当接するときの衝撃の一部または大部分をコアホルダで受け止めることができる。特に、複数のコア板に当接せずにコアホルダのみに当接する場合には、アーマチュアの衝撃の大部分をコアホルダで受け止めることができる。以上により、薄いコア板を用いた場合でも、コア板の破損などを防止でき、その耐久性を向上させることができる。

【0011】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら、本発明の一実施形態に係る電磁アクチュエータのコアについて説明する。本実施形態のコアを備えた電磁アクチュエータは、1気筒あたり4バルブを備えた自動車用エンジン（図示せず）の動弁機構に適用したものである。図1に示すように、この動弁機構では、2つの電磁アクチュエータ1、1が、エンジンのシリンダヘッド2に取り付けられており、エンジンの運転時に、図中の右側の電磁アクチュエータ1は、2つの吸気弁3、3（1つのみ図示）を駆動することによって、2つの吸気ポート2a、2a（1つのみ図示）を開閉する。これと同様に、左側の電磁アクチュエータ1は、2つの排気弁4、4（1つのみ図示）を駆動することによって、排気ポート2b、2b（1つのみ図示）を開閉する。

【0012】これら2つの電磁アクチュエータ1、1は、互いに同様に構成されており、以下、右側の吸気弁3駆動用の電磁アクチュエータ1を例にとり説明する。また、説明の便宜上、図2の矢印B-B'のB側を「前」、B'側を「後ろ」とし、矢印C-C'のC側を「左」、C'側を「右」として以下の説明を行う。

【0013】図2および図3に示すように、電磁アクチュエータ1は、その前半部および後半部が互いに前後対

称に構成されており、2つの吸気弁3、3は、これら前半部および後半部によりそれぞれ駆動される。具体的には、電磁アクチュエータ1は、シリンダヘッド2に取り付けられたケーシング1aと、このケーシング1a内に互いに所定間隔を存して設けられた上下の電磁石1b、1bと、上下の電磁石1b、1bの間の空間内に配置され、上下方向に摺動自在の2つのアーマチュア8、8と、これらのアーマチュア8、8をそれぞれ下方に常時、付勢する2つの上コイルばね5、5（1つのみ図示）と、アーマチュア8、8を上方に常時、付勢する2つの下コイルばね6、6（1つのみ図示）とを備えている。

【0014】各アーマチュア8は、軟磁性体（例えば鋼）で構成された矩形板であり、その中央部には、丸孔8aが上下方向に貫通して形成されている。また、アーマチュア8の前後の端面はそれぞれ、後述するジョイント18のアーマチュアガイド21に当接しており、アーマチュア8は、その上下方向への移動時にアーマチュアガイド21により案内される。また、アーマチュア8には、上下のシャフト7、7が連結されており、これらのシャフト7、7は、非磁性体のオーステナイト系ステンレス鋼で構成された丸棒である。下シャフト7の上端部および上シャフト7の下端部は、アーマチュア8の丸孔8aにそれぞれ嵌合しており、それらの付近には、フランジ7a、7aがそれぞれ設けられ、アーマチュア8を上下方向から挟持している。

【0015】また、下シャフト7は、下電磁石1bの後述する中コアホルダ12のガイド12eを通して上下方向に伸びており、下端部が吸気弁3の上端部に連結されている。これと同様に、上シャフト7は、上電磁石1bの中コアホルダ12のガイド12eを通して上下方向に伸びており、上端部に取り付けたばね座を介して上コイルばね5に当接している。各シャフト7は、アーマチュア8が上下方向に移動する際に、ガイド12eにより案内される。また、吸気弁3は、これに取り付けたばね座を介して下コイルばね6に当接している。

【0016】図2および図3に示すように、上下の電磁石1b、1bは、後述するジョイント18を介して互いに連結されているとともに、同様の構成を有し、ジョイント18を間にして上下対称に配置されている。以下、下電磁石1bを例にとって説明する。

【0017】下電磁石1bは、コア10と、コア10のコイル溝10a、10aに収容された2つのコイル16、16を備えている（図3参照）。図4および図5に示すように、コア10は、左中右3つのコアホルダ11、12、11、左右の積層体13、13および4本のロッド15（固定手段）を一体に組み立てたものである。

【0018】左右のコアホルダ11、11は、シャフト7と同様にオーステナイト系ステンレス鋼で構成され、

互いに同様の構成を有し、対向するように左右対称に配置されている。ここでは、左コアホルダ11を例にとって説明する。左コアホルダ11は、前後方向に延びる基部11aと、この基部11aから前後方向に間隔を存して互いに同じ所定の高さで上方に延びる5つの押さえ部11bとから、櫛歯状に一体に形成されている。

【0019】これら5つの押さえ部11bはそれぞれ、断面矩形であり、それらの右側面は基部11aとともに互いに面一になっている。一方、左側面については、基部11aに対し、中央の中押さえ部11bは外方に突出し、前後の押さえ部11b、11bは面一で、中押さえ部11bと前後の押さえ部11b、11bの間の内押さえ部11b、11bは、奥側に寄った状態になっている。

【0020】基部11aの所定位置には、左右方向に貫通する4つの貫通孔11cが形成されており、各貫通孔11cの左側の開口の縁部には、面取りが施されている。また、前後の押さえ部11bの上面11d、11d(端面)にはそれぞれ、上方に開口する丸穴11e、11eが形成されており、壁部11aには、上下方向に貫通する孔11fが形成されている。

【0021】また、上記中コアホルダ12も、上記コアホルダ11と同材質のオーステナイト系ステンレス鋼で構成されている。中コアホルダ12は、コアホルダ11と同じ長さで前後方向に延び、これとほぼ同様の櫛歯状の側面形状を有している。中コアホルダ12は、2つのホルダ部材12X、12Xを前後方向に接合したものであり、両側面が平坦になっている。各ホルダ部材12Xは、前後方向に延びる基部12aと、この基部12aの前後端部および中央部から上方にそれぞれ延びる3つの押さえ部12b、12b、12bとから、側面形状がE字状に一体に形成されており、基部12aには、左右方向に貫通する2つの貫通孔12c、12cが形成されている。前後の押さえ部12b、12bは、上記コアホルダ11の押さえ部11bと同じ高さになっており、中押さえ部12bは、それよりも低くなっている。これにより、中押さえ部12bの上面は、前記アーマチュア8がコア10に当接したときの前記シャフト7のフランジ7aの逃げになっている(図1参照)。

【0022】また、中押さえ部12bは、上下方向に貫通する孔12dを有しており、この孔12dには、上下方向に開放した円筒状のガイド12e(図1参照)が嵌合している。このガイド12eは、シャフト7の摺動を案内するためのものである。

【0023】以上の構成のホルダ部材12X、12Xの一方の前押さえ部12bと他方の後押さえ部12bとを接合することによって、中コアホルダ12が構成されている。そして、中コアホルダ12の中央部で接合している2つの押さえ部12b、12bは、全体として前記コアホルダ11の中押さえ部11bに対応するように配置

されている。また、中コアホルダ12の前後の押さえ部12b、12bは、コアホルダ11の前後の押さえ部11b、11bに、残りの中押さえ部12b、12bは、内押さえ部11b、11bに、それぞれ対応するように配置されている。また、4つの貫通孔12cはそれぞれ、コアホルダ11の4つの貫通孔11cと同径でかつこれらに対応するように配置されている。

【0024】また、前記各積層体13は、前後方向に並んだ2つの積層体13X、13Xで構成されており、各積層体13Xは、図6に示すコア板14を左右方向に所定枚数だけ積層したものである。このコア板14は、薄い無方向性ケイ素鋼板で構成され、各々の全面を覆うように例えばエポキシ樹脂の絶縁被膜14d(絶縁体)が形成されている。この絶縁被膜14dにより、隣り合う各2つのコア板14、14間が絶縁されている。また、コア板14は、無方向性ケイ素鋼板をプレス加工することにより、上記ホルダ部材12Xの側面とほぼ同じE字状および寸法になっている。具体的には、コア板14は、前後方向に延びる基部14aと、この基部14aの前後端部および中央部から上方にそれぞれ延びる3つの磁路形成部14b、14b、14bとによって構成され、基部14aには、左右方向に貫通する2つの貫通孔14c、14cが形成されている。

【0025】これら3つの磁路形成部14bは、互いに同じ高さで、かつ中コアホルダ12の前後両側の押さえ部12bよりも所定の高さ分(例えば20μm以下)低くなっており、この高さ分、積層体13Xの上面13a(端面)は、コアホルダ11の上面11dおよび中コアホルダ12の上面12fよりも低くなっている(図10参照)。また、各貫通孔14cは、互いに連続して左右方向に延びているとともに、コアホルダ11の貫通孔11cおよびコアホルダ12の貫通孔12cと同径でかつ同心に配置されている。さらに、基部14aには、貫通孔14c、14cよりも外寄りの位置に、2つの突起14e、14eが形成されている。各突起14eは、基部14aから平面形状がV字状に右方に突出しており、その突出分、その裏面側で凹んだ部分が凹部14fになっている。

【0026】そして、コア板14は、それらの各々の突起14eがその右側のコア板14eの凹部14fに嵌合することにより、互いに密着した状態で積層されている。さらに、積層体13Xの右端に位置するコア板14には、突起14eおよび凹部14fの代わりに横長の角孔(図示せず)が形成されており、この角孔に、当該コア板14の左側のコア板14の突起14eが嵌合している。これにより、積層体13Xの右側面は、平らになっており、中コアホルダ12または右コアホルダ11の左側面に密着している。

【0027】また、前記ロッド15は、前述した各貫通孔11c、12c、14cよりも少し小径の丸棒であ

り、これらに嵌合し、前後方向に延びているとともに、ロッド15の突出した左右端部は、左右のコアホルダ11の基部11aの外側端面にかしめられている。これにより、左コアホルダ11と中コアホルダ12の間に左積層体13が挟持され、かつ中コアホルダ12と右コアホルダ11の間に右積層体13が挟持された状態で、これらが相互に堅固に固定されることで、コア10が形成されている。

【0028】前記コイル16、16はそれぞれ、横長の環状に形成され、ボビン17、17と一体に組み立てられている。ボビン17、17は、合成樹脂で構成され、コイル16を収容するコ字状の断面を有し、コア10の2つのコイル溝10a、10a内にそれぞれ収容されている。各コイル溝10aは、コアホルダ11の押さえ部11b、中コアホルダ12の押さえ部12bおよびコア板14の磁路形成部14bをによって画成されている。各コイル16は、環状のコイル溝10a内に、その内側に位置するコアホルダ11の押さえ部11b、中コアホルダ12の押さえ部12bおよびコア板14の磁路形成部14bを取り囲むようにして、収容されている。

【0029】ボビン17は、上下のつば部17a、17aと、上つば部17aの左端部から左方に突出するターミナル部17bと、ターミナル部17bから上方に突出する前後2つの端子17c、17cと、これらの端子17c、17cにそれぞれ接続されたV字形の2つの接続金具17d、17dとを備えている。これら前後の端子17c、17cはともに、導電体の金属板で構成され、それらの主面が互いに平行でかつ前後方向に対向するように配置されている。また、コイル16は、上下のつば部17a、17aの間でボビン17に巻き付けられており、コイル16の両端部はそれぞれ、接続金具17d、17dに接続されることで、2つの端子17c、17cに接続されている。

【0030】下電磁石1bは、以上のように構成されており、上電磁石1bもこれと同様に構成されている。また、図2、図3および図7に示すように、上下の電磁石1b、1bは、左右2つのジョイント18、18によって連結されている。これら2つのジョイント18、18は、互に対向しかつ左右対称に配置されている。各ジョイント18は、オーステナイト系ステンレス鋼で構成され、コアホルダ11と前後方向に同じ長さで延びるとともに、これとほぼ同様の平面形状を有している。具体的には、ジョイント18は、前後方向に延びる基部18aと、その中央部から外方に突出する凸部18bとから一体に構成されている。

【0031】凸部18bは、これを上下方向に貫通する孔18cを備えており、この孔18cは、コアホルダ11の壁部11aの孔11fと同径でかつ同心に配置されている。

【0032】また、基部18aは、凸部18bと同じ高

さであり、その上面の外端部には、丸穴18d、18dがそれぞれ形成され、これと同様に、下面の外端部にも、丸穴18d、18dがそれぞれ形成されている。各丸穴18dは、コアホルダ11の丸穴11fと同径かつ同心である。各丸穴18dには、丸棒状のピン19の半部が嵌合しており、このピン19は、オーステナイト系ステンレス鋼で構成されている。また、ピン19の残りの半部は、丸穴11fに嵌合している。これにより、上下のコア10、10は、ジョイント18、18を介して互いに連結されている。

【0033】さらに、基部18aの上面には、前後のコイル緩衝板20、20が設けられている。コイル緩衝板20、20は、同じ形状を有し、互いに前後対称に配置されているので、ここでは前コイル緩衝板20を例にとり説明する。前コイル緩衝板20は、合成樹脂で構成され、基部18aよりも左右方向の幅が狭いとともに、前コイル緩衝板20の裏面から外方に突出する3つの突起20aを有している。一方、基部18aの上面の前側の所定位置には、3つの穴18eが形成されており、これら3つの穴18eに3つの突起20aがそれぞれ嵌合することにより、前コイル緩衝板20が基部18aに取り付けられている。以上と同様に後コイル緩衝板20も基部18aに取り付けられている。さらに、基部18aの下面にも、上記と同様に前後のコイル緩衝板20、20が設けられている。

【0034】また、ジョイント18の内側面には、4つのアーマチュアガイド21が所定間隔で配置されている（図7参照）。各アーマチュアガイド21は、アーマチュア8の上下方向の移動を案内するものであり、オーステナイト系ステンレス鋼で構成されている。アーマチュアガイド21は、断面矩形の嵌合部と、これに連続する断面半円形のガイド部とを備えている。ジョイント18の内側面には、4つの縦長の穴18fが形成されており、これら4つの穴18fは所定間隔で配置されている。各穴18fに、アーマチュアガイド21の嵌合部が嵌合することにより、アーマチュアガイド21がジョイント18に取り付けられている。この状態では、断面半円形のガイド部は、ジョイント18の内側面からアーマチュア8側に突出するとともに、アーマチュア8の左端面または右端面に当接している。以上により、アーマチュア8は、その作動時にアーマチュアガイド21により案内される。

【0035】以上の構成のジョイント18により上下の電磁石1b、1bが互いに連結された状態では、図2に示すように、4つのコイル16はそれぞれ、ボビン17のつば部17aがコイル緩衝板20に当接した状態で、コア10とジョイント18により上下両側から挟持されている。さらに、各コア10の孔11fとジョイント18の孔18cは、互いに上下方向に連続している。図示しないボルトが、これらの孔11f、18cを通してシ

リンダヘッド2にねじ込まれており、これにより、電磁石1b、1bはシリンダヘッド2に固定されている。

【0036】また、図8に示すように、上電磁石1bの前側（または後側）のコイル16およびボビン17は、下電磁石1bの前側（または後側）のものと平面的に同じ位置関係で上下方向に並んでおり、両者のボビン17の2つの端子17c、17cには、コネクタ22が連結されている。コネクタ22は、合成樹脂によりほぼ角柱状に形成され、上下方向に延びている。

【0037】コネクタ22の上端面には、上方に開口するスリット状の4つの上差し込み口22aが設けられており、下端面には、上差し込み口22aと同様の2つの下差し込み口22b、22bが設けられている。これら2つの下差し込み口22b、22bは、互いに平行で前後方向に対向して配置され、端子17c、17cに対応する位置に下方に開口している。また、コネクタ22の下端面には、切欠部22dが形成されており、この切欠部22dは、前方から矩形に切り欠いた形状になっている。この切欠部22dの上壁には、2つの中差し込み口22c、22cが設けられている。これら2つの中差し込み口22c、22cは、下方に開口し、下差し込み口22b、22bと平面的に同じ位置に配置されている。各差し込み口22a～22cの内部には、接続金具（図示せず）が配置されており、この接続金具は、上下方向に延びる2枚の導電性の金属板を基部側が互いに接し、先端側が拡がるように組み合わせたものである。各端子17cは、差し込み口22b、22cの接続金具により挟持されている。

【0038】また、4つの上差し込み口22aにおいて、前側の2つの接続金具は、中差し込み口22c、22cの接続金具にそれぞれ電気的に接続され、後側の2つの接続金具は、下差し込み口22b、22bの接続金具にそれぞれ電気的に接続されている。さらに、4つの端子を有するケーブルがコントローラから延びており（いずれも図示せず）、このケーブルの4つの端子が4つの差し込み口22aにそれぞれ差し込まれることにより、4つのコイル16は、コントローラに電気的に接続されている。

【0039】以上のように構成された電磁アクチュエータ1の動作について説明する。この電磁アクチュエータ1では、その前半部と後半部が同様に動作するので、ここでは前半部の動作を例にとって説明する。まず、上下の電磁石1b、1bが励磁されていない場合、前側のアーマチュア8は、上下のコイルばね5、6によって、上下の電磁石1b、1bの間の中立位置に保持され、それに伴い、吸気弁3も開閉の途中の位置に位置している（図示せず）。

【0040】コントローラからの電力供給によりこの状態から例えば下電磁石1bが励磁されると、アーマチュア8は、下電磁石1bに吸引されることによって、下コ

イルばね6の付勢力に抗しながら、下電磁石1bのコア10に当接する位置まで下方に移動する（図10参照）。このとき、上下のシャフト7、7は、上下のコア10、10のガイド12e、12eにそれぞれ案内されながら下方に摺動し、アーマチュア8も、ジョイント18のアーマチュアガイド21に案内されながら下方に摺動する。このアーマチュア8の下方への摺動により、吸気弁3が吸気ポート2aを開放する。

【0041】この後、下電磁石1bの励磁が中止されると、アーマチュア8は、下コイルばね6の付勢力によって上方に移動する。次いで、上電磁石1bが所定のタイミングで励磁されると、アーマチュア8は、上電磁石1bに吸引されることによって、上コイルばね5の付勢力に抗しながら上電磁石1bのコア10に当接する位置まで上方に移動する（図1の左側の排気弁4駆動用の電磁アクチュエータ1を参照）。このアーマチュア8の上方への移動により、吸気弁3が吸気ポート2aを閉鎖する。次いで、下電磁石1bが所定のタイミングで励磁されることにより、上記と同様に、吸気弁3が吸気ポート2aを開放する。以上の動作が繰り返し実行されることによって、アーマチュア8は上下の電磁石1b、1bの間を上下方向に往復動し、吸気弁3を開閉駆動する。

【0042】以上のような電磁アクチュエータ1の動作時に、コイル16への電力供給により電磁石1bが励磁されると、アーマチュア8とコア10の積層体13の間に磁気回路が構成される。前述したように積層体13を構成する各コア板14の全面には絶縁被膜14dが形成されているので、磁気回路は、各コア板14とアーマチュア8の間に、図9に示すように構成される。具体的には、磁束が図中の矢印Dの方向に流れるとともに、渦電流が図中の矢印Eの方向に流れようとする。しかし、この渦電流は、絶縁被膜14dにより隣のコア板14側に流れないように遮られ、薄いコア板14内で速やかに消滅する。これにより、積層体13の部分をむくの無方向性ケイ素鋼で構成したものと比べて、電磁石1bの渦電流損を含めた鉄損を減少させることができる。さらに、コア10の両端の2つのコアホルダ11、11が非磁性体で構成されているので、電磁アクチュエータ1の作動時に、コア10の周囲の軟磁性体との間に磁界を生じにくいことにより、エネルギーの損失を抑制することができる。以上により、高いエネルギー効率を確保することができる。

【0043】また、積層体13の上面13aが、コアホルダ11、12の上面11d、12fなどよりも所定の高さ分だけ低くなっていることで、図10に示すようにアーマチュア8が電磁石1bのコア10に吸引される際には、アーマチュア8は積層体13に当接することなく、3つのコアホルダ11、12、11のみに当接する。これにより、アーマチュア8の当接時の衝撃の大部分をコアホルダ11、12で受け止めることができる。

さらに、コア板14は、その突起14eが右隣のコア板14の凹部14fに嵌合した状態で積層されており、これに加えて、4本のロッド15がコアホルダ11、12および積層体13を貫通しているため、アーマチュア8がコア10に当接する際の衝撃による、コア板14、14同士上下方向の相対的なずれが阻止される。また、コアホルダ11、12およびロッド15が、高剛性のオーステナイト系ステンレス鋼で構成されているため、アーマチュア8の衝撃を受けても変形することがない。以上のように、本実施形態のコア10によれば、薄いコア板14を積層した積層構造のものでありながら、従来と異なり、コア板14の破損を防止でき、その耐久性を向上させることができる。

【0044】さらに、コア板14の突起14eおよび凹部14fは、積層体13を組み立てる際に、コア板14を互いに位置決めする役割を果たす。これにより、積層体13の組立作業を容易に行うことができる。また、コア10は、所定枚数のコア板14を左右方向に単純に積層した2つの積層体13、13を、左中右3つのコアホルダ11、12、11で挟持した状態で、ロッド15により一体に固定したものであるため、コア10を従来よりも簡単な構造にすることができる。これに加えて、コア板14も、平らな鋼板をプレスするだけで容易に作製することができる。以上により、製造コストを削減することができる。

【0045】なお、前述した実施形態においては、コア板14の高さすなわち積層体13の高さをコアホルダ11、12よりも所定の高さ分(20μm以下)だけ低く設定したが、積層体13とコアホルダ11、12の高さの関係は、これに限らず、例えばコア板14の破損防止の観点からは、積層体13の高さをコアホルダ11、12よりもさらに低く設定してもよい。また、コア10の吸引力およびエネルギー効率の観点からは、積層体13の高さをコアホルダ11、12の高さに近づけることが好ましく、これらを同じに設定することすなわち両者を面一にすることが最適である。この場合においても、アーマチュア8が当接するときの衝撃の一部をコアホルダ11、12で受け止めることができ、その結果、薄いコア板14を用いた場合でも、コア板14の破損などを防止でき、その耐久性を向上させることができる。

【0046】また、コアホルダ11、12およびロッド15などをオーステナイト系ステンレス鋼で構成したが、これらを構成する材質はこれに限らず、例えばアルミニウムなどの非磁性体であればよい。さらに、コア板14を無方向性ケイ素鋼板で構成したが、コア板14の材質はこれに限らず、例えば方向性ケイ素鋼板で構成してもよく、軟磁性体であればよい。また、ロッド15をかしめることにより、コアホルダ11、12および積層体13を一体に固定したが、これらを一体に固定する構成はロッド15に限らず、例えばボルトおよびナットな

ど、コアホルダ11、12および積層体13を一体に固定可能なものであればよい。

【0047】さらに、アーマチュア8を上下の電磁石1b、1bで交互に吸引することによりこれを往復動させる例について説明したが、アーマチュア8を往復動させる構成はこれに限らず、例えば1つの電磁石とコイルばねを用いたものでもよい。また、電磁アクチュエータ1を自動車用エンジンの動弁機構に適用した例について説明したが、電磁アクチュエータ1はこれに限らず、例えばエンジンのEGR管を開閉する弁や燃料噴射弁などとはもとより、様々な被駆動体を駆動するための駆動装置として用いることが可能である。

【0048】

【発明の効果】以上のように、本発明の電磁アクチュエータによれば、高いエネルギー効率を確保しながら、構造の単純化により製造コストを削減することができることも、耐久性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るコアを備えた電磁アクチュエータが適用された自動車用エンジンの動弁機構を示す断面図である。

【図2】図1の電磁アクチュエータの斜視図である。

【図3】図2の分解斜視図である。

【図4】図3の電磁アクチュエータのコアの(a)斜視図、および(b)そのA-A矢視断面図である。

【図5】図4のコアの分解斜視図である。

【図6】図4のコアの一部を構成するコア板の(a)斜視図、(b)これを裏返した斜視図、および(c)平面図である。

【図7】図2の電磁アクチュエータのジョイントおよびアーマチュアの(a)斜視図および(b)平面図である。

【図8】(a)図2の電磁アクチュエータにコネクタを取り付ける前の状態を示す斜視図、および(b)取り付け後の状態を示す斜視図である。

【図9】電磁アクチュエータの動作時にコア板に発生する渦電流の方向、およびコア板とアーマチュアの間発生する磁束の流れの方向を示す説明図である。

【図10】電磁アクチュエータの動作時に電磁石に吸引されたアーマチュアがコアに当接した状態を示す(a)正面図、および(b)その要部拡大図である。

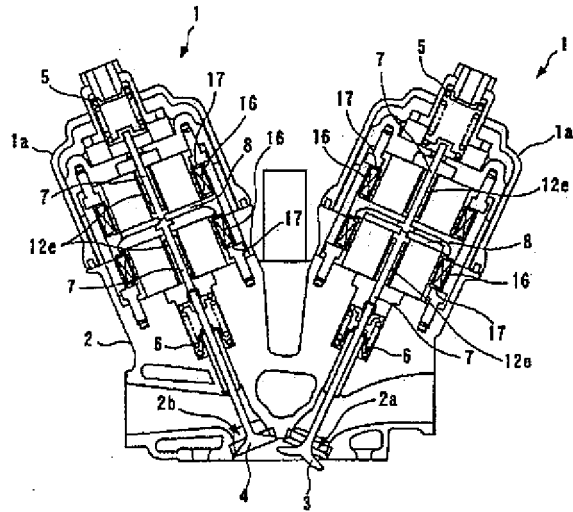
【符号の説明】

- 1 電磁アクチュエータ
- 8 アクチュエータ
- 10 コア
- 11 コアホルダ
- 11d 上面(コアホルダの端面)
- 13 コア板の積層体
- 13a 上面(複数のコア板の端面)
- 14 コア板

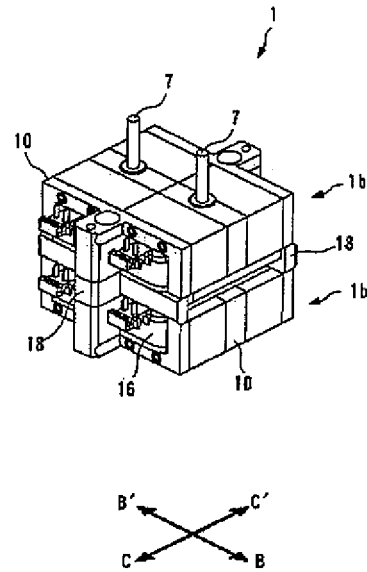
13
14 d 絶縁被膜 (絶縁体)

14
* * 15 ロッド (固定手段)

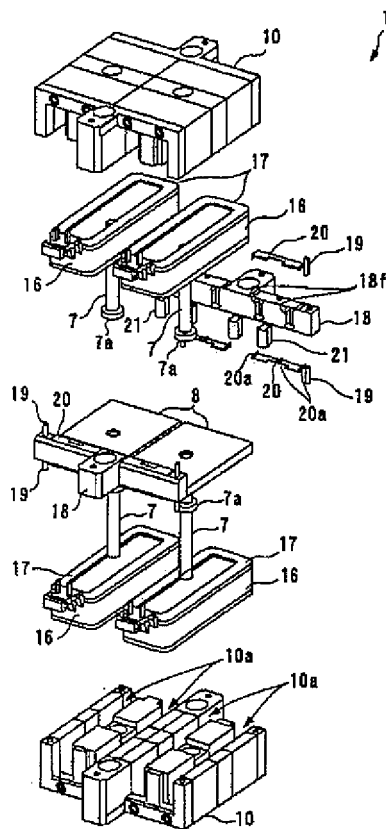
【図1】



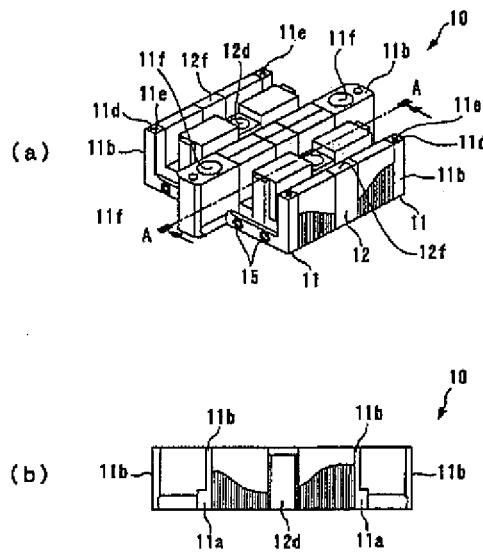
【図2】



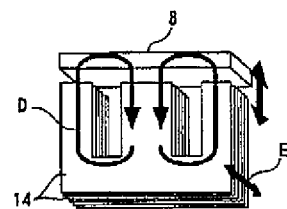
【図3】



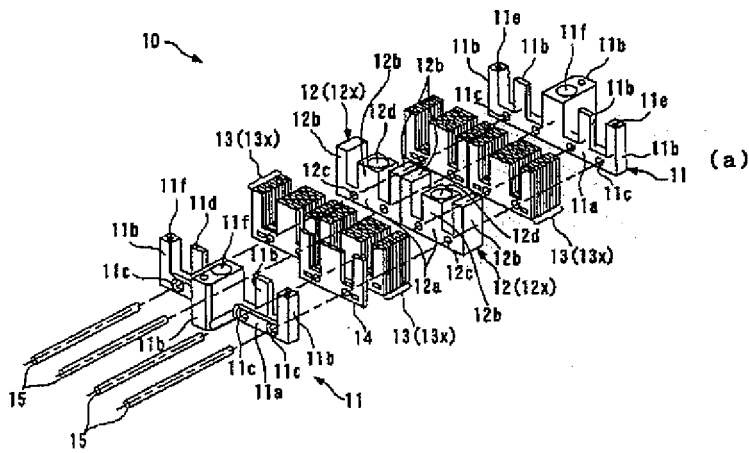
【図4】



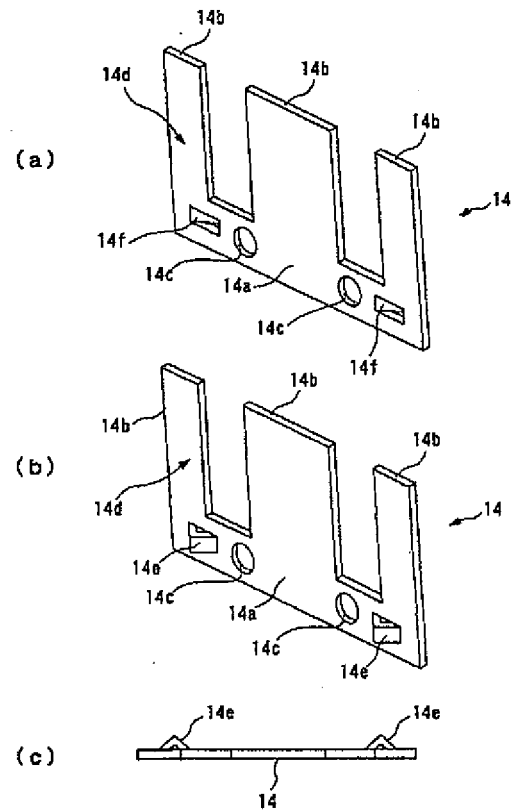
【図9】



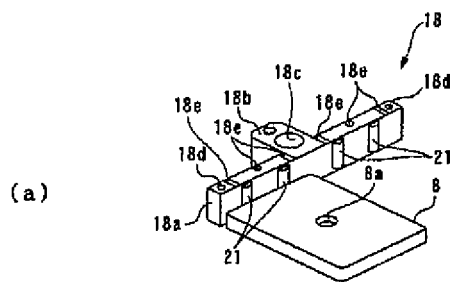
【図5】



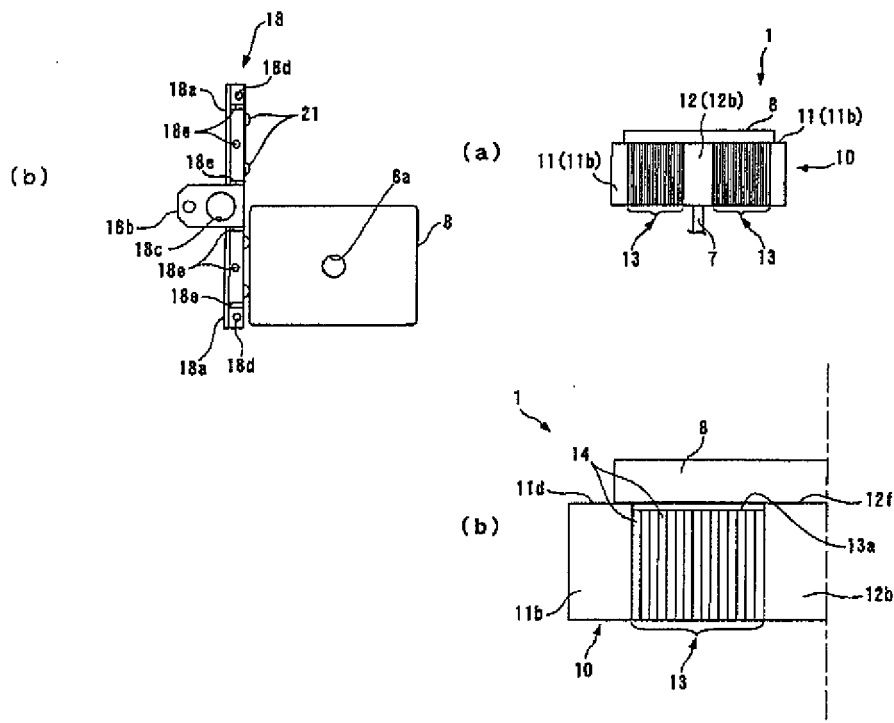
【図6】



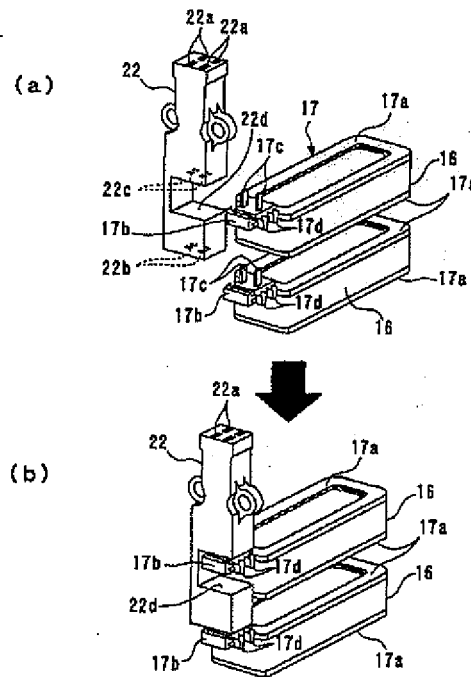
【図7】



【図10】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 中村 稔
 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会
 社本田技術研究所内

Fターム(参考) 3H106 DA07 DA25 DB02 DB12 DB26
 DB32 DC02 DD05 EE34 GA09
 KK17
 5E048 AB01 AD07 CA01